

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.ПМ-55.00.00.000.ПЗ

Група ПМ-20-1

Кабан Андрій

Володимирович

2024

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Кабан Андрій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 629.01

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Мобільний робот на основі ESP32 та Micropython

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Здобувач освітнього ступеня _____ Кабан А.В.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник _____ Копей В.Б. доктор техн. наук, професор

(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Професор _____ Панчук В.Г.

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ
2024

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут Інженерної механіки та робототехніки

Кафедра Комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень Бакалавр

Спеціальність 131- Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« ____ » _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Кабану Андрію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Мобільний робот на основі ESP32 та Micropython

керівник роботи Копей В.Б. доктор техн. наук, професор _____,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від " ____ " _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: література з питань проектування мобільних роботів, оглядові матеріали мобільних колісних роботів, офіційна документація Python, Micropython, ESP32.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Огляд конструкцій мобільних роботів на колесах . Тривимірна параметрична модель робота. Принципова електрична схема. Програма керування для середовища Micropython мікроконтролера ESP32.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
Тривимірні моделі робота і деталей, складальні креслення, принципова електрична схема, алгоритми керування механізмами робота (5 аркушів формату А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3	Копей В.Б. доктор техн. наук, професор		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача завдання		
2	Збір матеріалу, підготовка оглядової частини		
3	Проектування конструкції мобільного робота		
4	Розробка програми для керування роботом		
5	Симуляція і відлагодження програм робота на wokwi.com		
6	Оформлення пояснювальної записки і графічної частини		
7	Рецензування і перевірка на плагіат		
8	Захист дипломної роботи		

Студент _____
(підпис)Кабан А.В.
(прізвище та ініціали)Керівник роботи _____
(підпис)Копей В.Б.
(прізвище та ініціали)

Анотація

Бакалаврська робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра на тему: «Мобільний робот на основі ESP32 та Micropython».

Бакалаврська робота складається з пояснювальної записки на 32 аркушах формату А4 з додатками, містить 22 рисунків. Графічна частина проєкту містить 5 креслень формату А1.

Проаналізовано різні мобільні роботи та розроблено мобільного робота, який буде їхати по складним поверхням та перевозити вантажі. Мобільний робот приводиться в рух моторами-редукторами та L298N, який буде керувати моторредукторами. Параметричну модель робота розроблено за допомогою САПР SOLIDWORKS. Створено функції керуючої програми для середовища Micro Python мікроконтролера ESP32 робота.

Ключові слова: Мобільний робот, мото-редуктор, колісний, SOLIDWORKS, Python, Micro Python.

Abstract

Bachelor's thesis for obtaining a bachelor's educational and qualification level on the topic: " Mobile robot based on ESP32 and Micro Python ".

The bachelor thesis consists of an explanatory note on 32 sheets of A4 format with attachments, contains 22 figures. The graphic part of the project contains 5 drawings in A1 format.

Different mobile robot have been analyzed and mobile robot has been developed that will travel on complex surfaces and transport cargo. The mobile robot is driven by geared motors and L298N, which will control the geared motors. The parametric model of the robot was developed using SOLIDWORKS CAD. Control program functions for the Micro Python environment of the esp32 robot microcontroller have been created.

Keywords: Mobile robot, moto-reducer, wheeled, SOLIDWORKS, Python, Micro Python.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1.Огляд конструкцій мобільних роботів.....	8
1.1 Аналіз переваг різних платформ мобільних роботів.....	8
1.2 Огляд конструкційних роботів	8
2. Проектування робота.....	9
2.1 Технічне завдання	9
2.2 Параметрична модель робота у SOLIDWORKS.....	9
2.3 Параметрична модель приводу руху у SOLIDWORKS.....	15
2.4 Деталі збірки мобільного робота.....	16
3.Електрична схема та програма керування роботом.....	18
3.1 Електрична схема.....	18
3.2 Функції для керування Механізмами.....	20
Висновки.....	27
Список використаних джерел.....	28
Додатки.....	29

ВСТУП

Мобільні роботи стають все більш популярними у багатьох сферах. Завдяки цьому, вимоги до їх функціональності збільшуються. Сучасні вимоги до мобільних роботів вимагають підвищення їхньої ефективності для широкого спектру застосувань, включаючи промислову автоматизацію, дослідження космосу, роботу з ризикованими матеріалами, оборонні цілі, та демінування території.

Основною проблемою колісних роботів є низька прохідність по різного виду маршрутах, що пов'язано з химерною формою коліс. Додатковою проблемою є те, що більшість мото-редукторів, які планується використовувати в цьому проекті володіють низькою надійністю. Мобільні роботи зараз застосовуються усюди де не може ступити нога людини.

Метою роботи є створення мобільного робота з високою прохідністю. Для досягнення мети потрібно розв'язати наступні задачі:

1. Проаналізувати переваги і недоліки різних платформ мобільних роботів – колісних
2. Розробити конструкцію мобільного робота з високою прохідністю.
3. Розробити тривимірну параметричну модель цього робота в SOLIDWORKS.
4. Розробити принципову електричну схему на основі мікроконтролера ESP32 та створити керуючу програму для середовища Micropython.

1 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ

1.1 Аналіз переваг різних платформ мобільних роботів

Мобільні роботи можуть бути побудовані на основі різних платформ: колісних, гусеничних, крокуючих або комбінованих. Класичні мобільні роботи на колісній платформі володіють високою швидкістю переміщення, надійністю і простотою конструкції. Проте вони мають низьку маневреність та обмежену прохідність. Для підвищення маневреності застосовують платформи на основі шведських коліс (всенаправлених коліс). Гусенична платформа застосовується для підвищення зчеплення з поверхнею. Вона забезпечує достатню швидкість переміщення робота, високу прохідність і вантажопідйомність.

1.2 Огляд конструкцій мобільних роботів

У всьому світі та на території України в тому числі, використовуються автокари для перевезення вантажів в складських приміщеннях. За часту складські приміщення використовуються з максимальною вигодою, тому проміжки між стелажми є мінімальними, тому конструкція та розміри автокарів мають бути компактними, але забезпечувати максимальну маневреність. Сучасні автокари мають класичну будову з поворотним механізмом направляючих коліс, що знаходяться на задній осі. Така конструкція забезпечує малий радіус розвороту, але для максимальної маневреності потрібно переміщатися в ліво та право без розвороту самої платформи, така задача не підсилена класичній чотирьох колісній базі з однією поворотною віссю. Для розв'язання цієї задачі потрібно використати інший підхід до конструкції колеса та автокара в цілому, а саме використати колеса Ілона. Автокари сьогодні використовують електричну тягу, так як використовуються в закритих приміщеннях, та мають повний привід, тому задача з використанням колеса Ілона є перспективною. Колесо Ілона або шведське колесо — колесо з рівномірно розподіленими по ободу роликми, через які відбувається взаємодія колеса із поверхнею переміщення. Таке колесо дає змогу транспортному засобу шляхом незалежного приведення у рух своїх коліс забезпечити контрольоване переміщення у будь-якому напрямку.

2 ПРОЕКТУВАННЯ РОБОТА

2.1 Технічне завдання

Розроблення мобільного робота високої прохідності та перевезення вантажу в важко доступні місця. Робот має швидко та безперешкодно долати різного роду дороги та мати змогу пересуватися нею без зайвих затримок

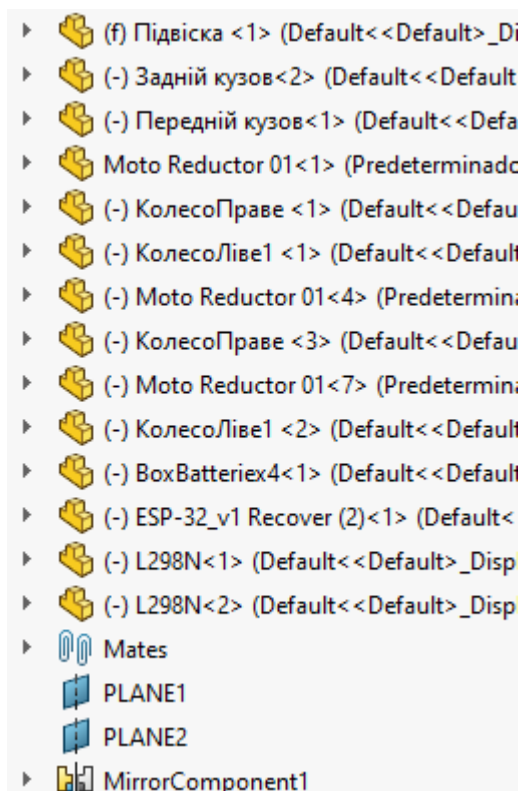
2.2 Параметрична модель робота у SOLIDWORKS

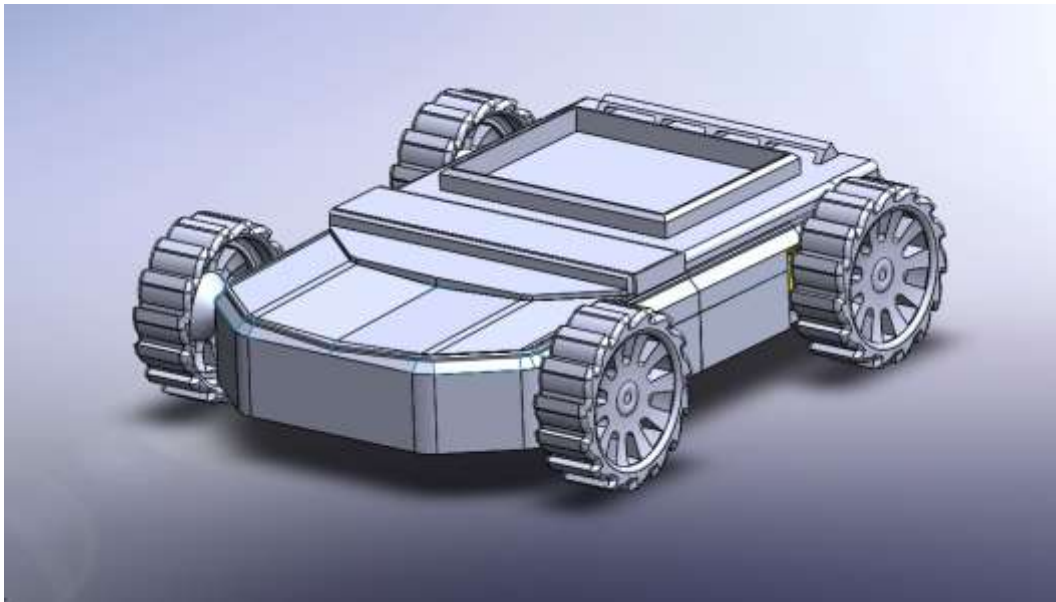
Параметрична модель мобільного робота розроблено у SOLIDWORKS 2016. SOLIDWORKS – це сучасний і зручний САПР для автоматизації проектних робіт на етапах конструкторської та технологічної підготовки виробництва.

На рисунку 2.1 показано тривимірну модель запропонованого робота.

Складальне креслення мобільного робота наведено в додатках. Специфікація (рис. 2.2)

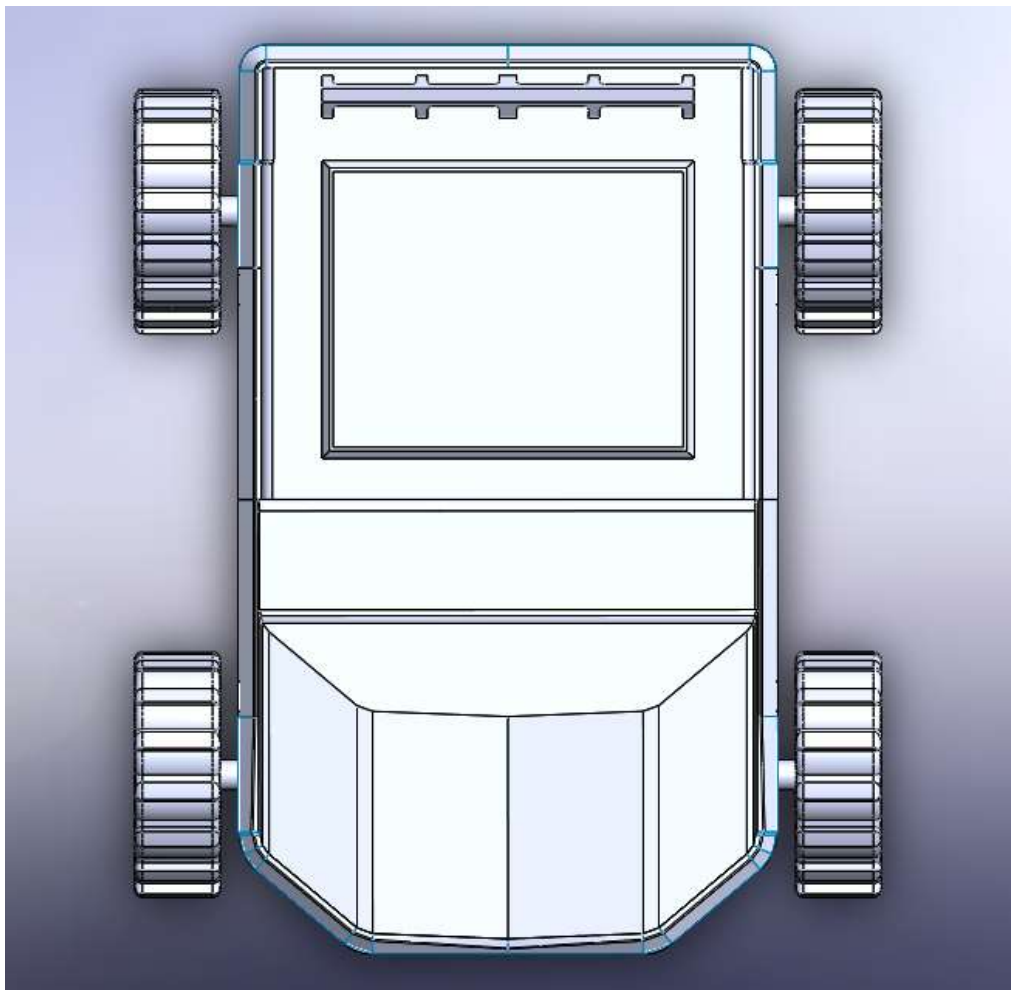
Далі зображено моделі збірки окремо кожна. Деталі зроблені в SOLIDWORKS.





б

Рисунок 2.1 – Тривимірна модель мобільного робота



в

Продовження рисунка 2.1

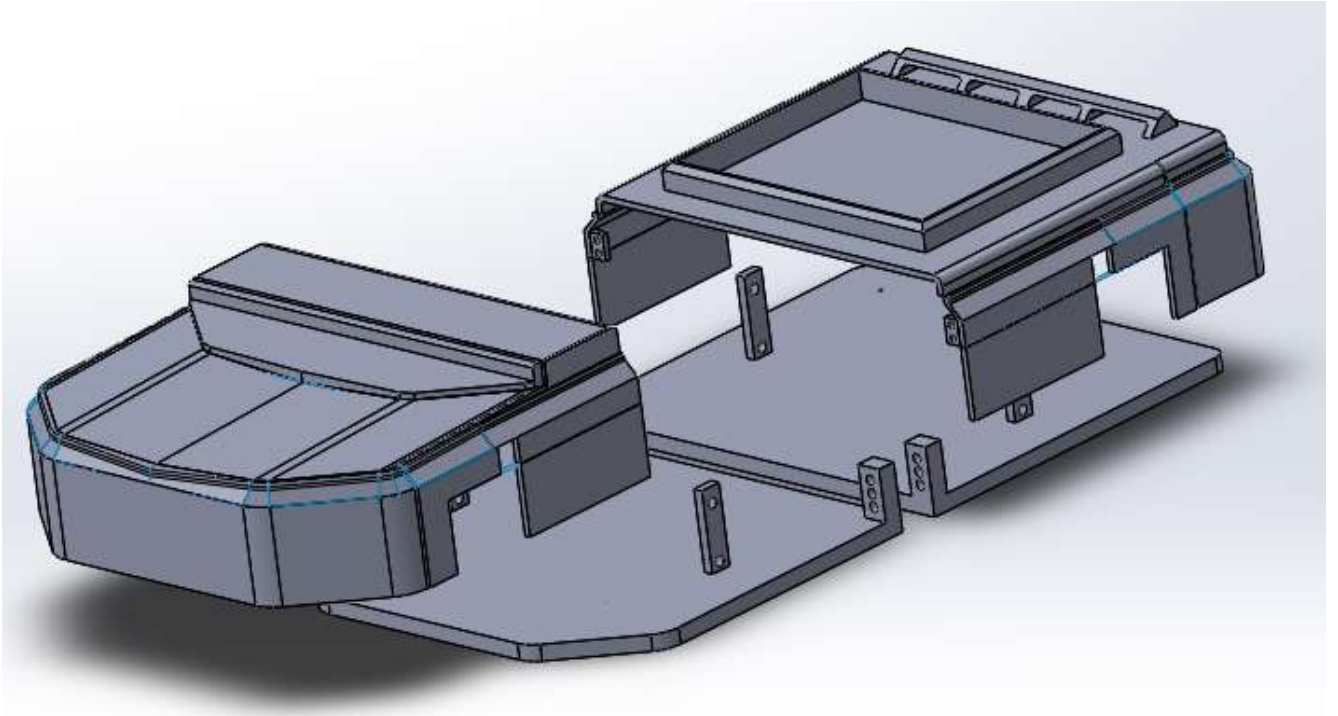


Рисунок 2.2 – корпус робота

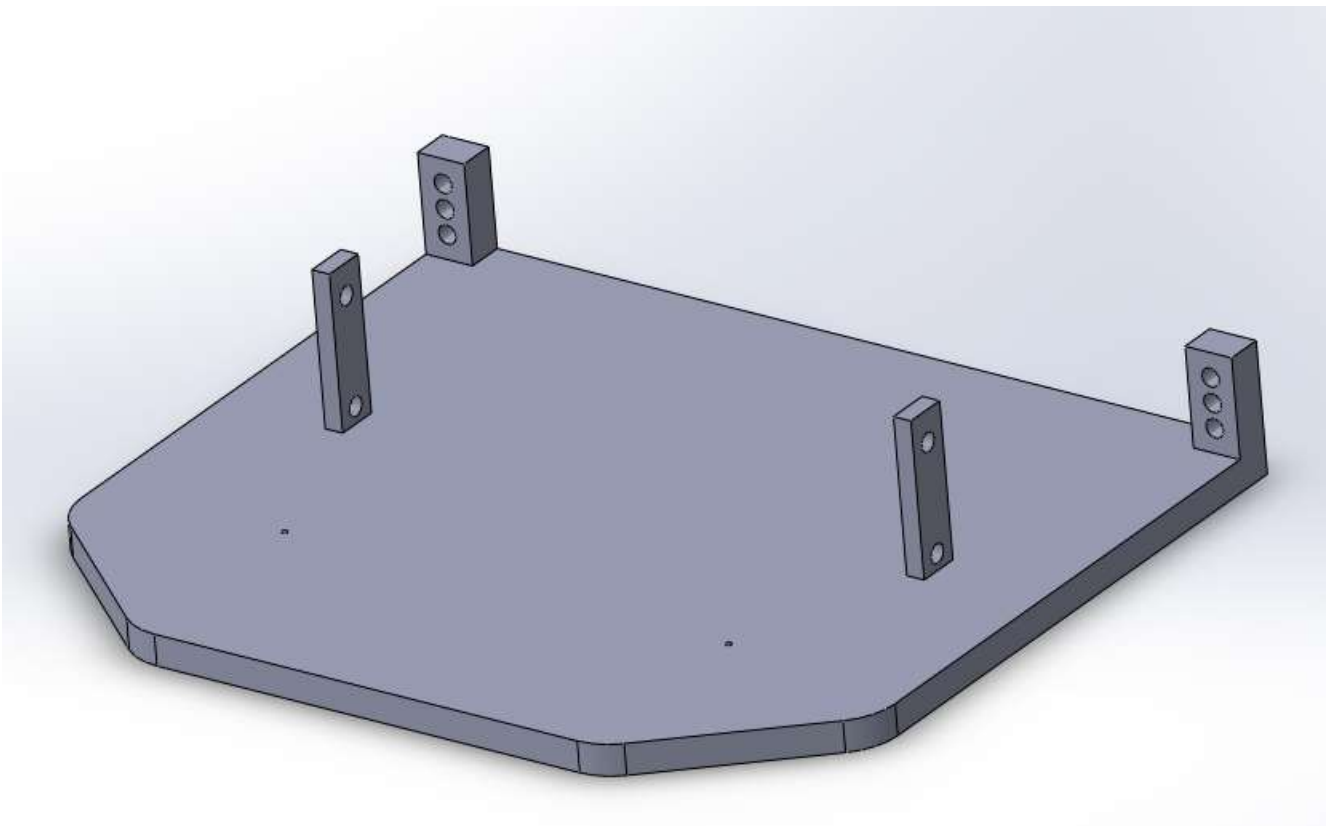


Рис 2.3 Перша частина підвіски

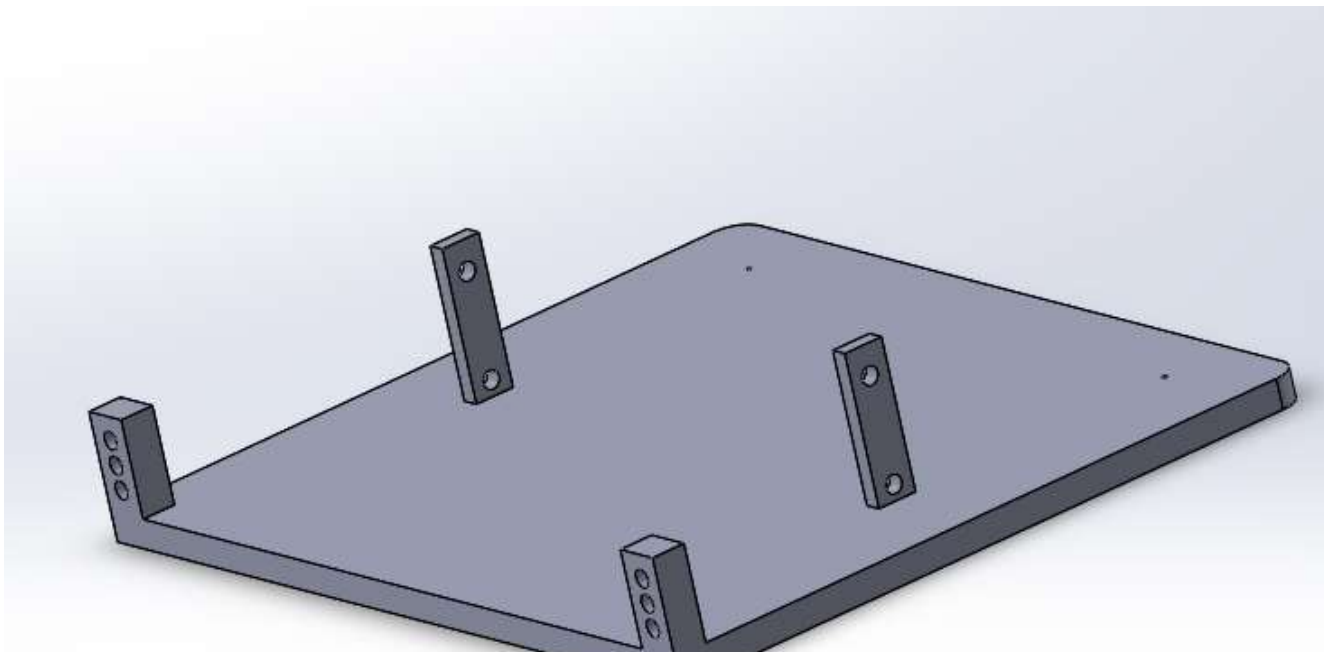


Рис 2.4 Друга частина підвіски

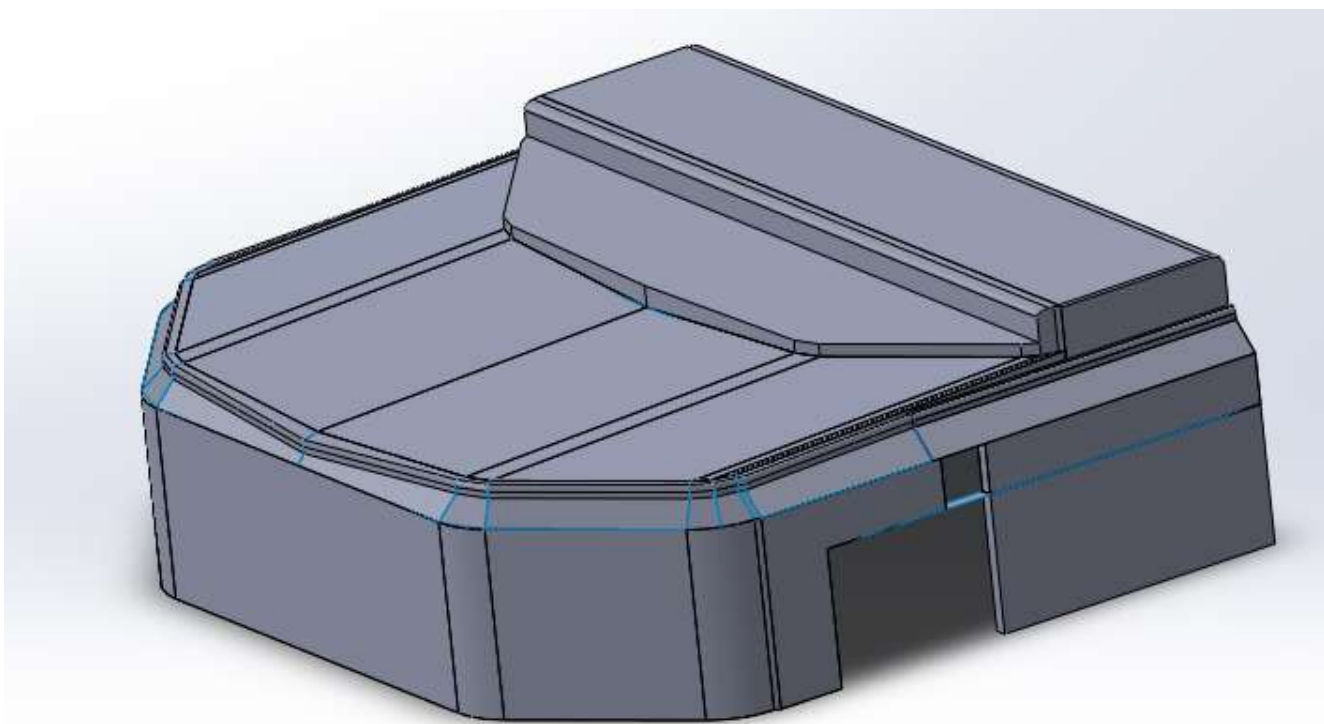


Рис 2.5а Передня частина корпусу

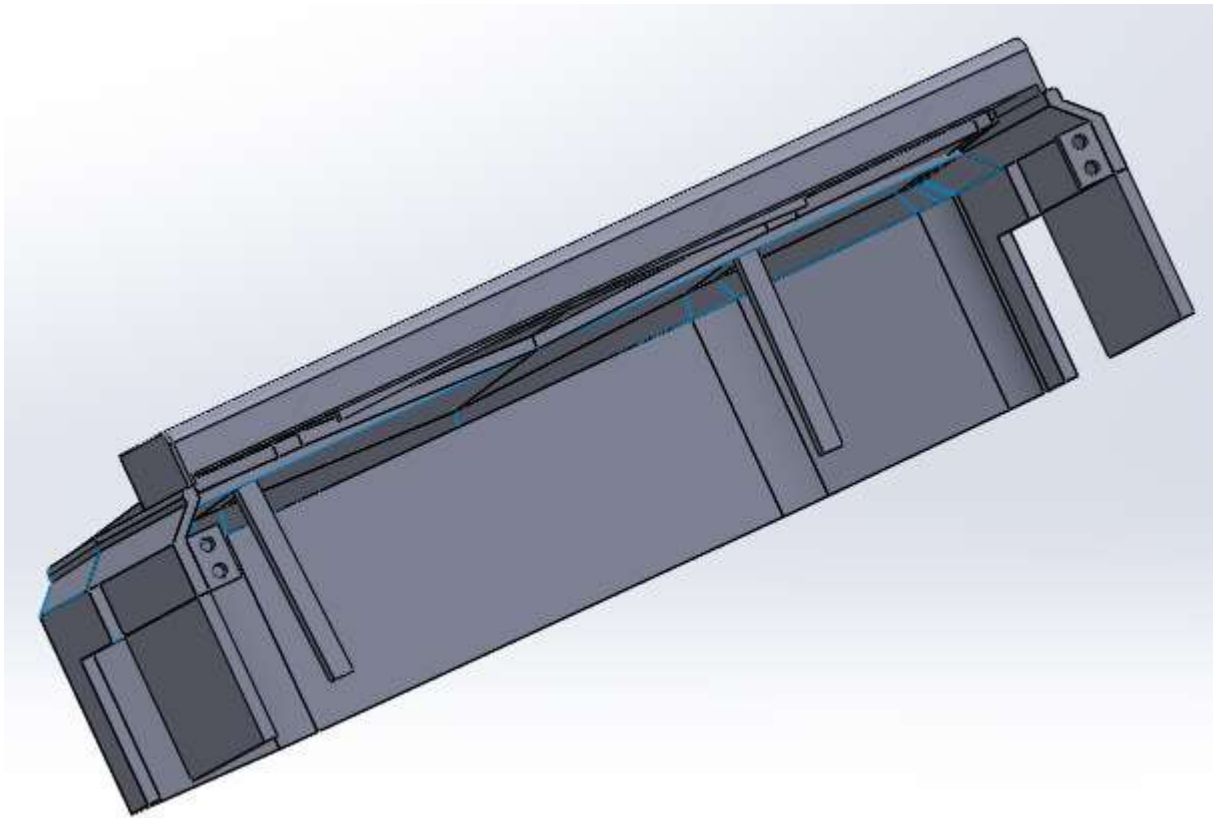


Рис 2.5б Передня частина корпусу всередині

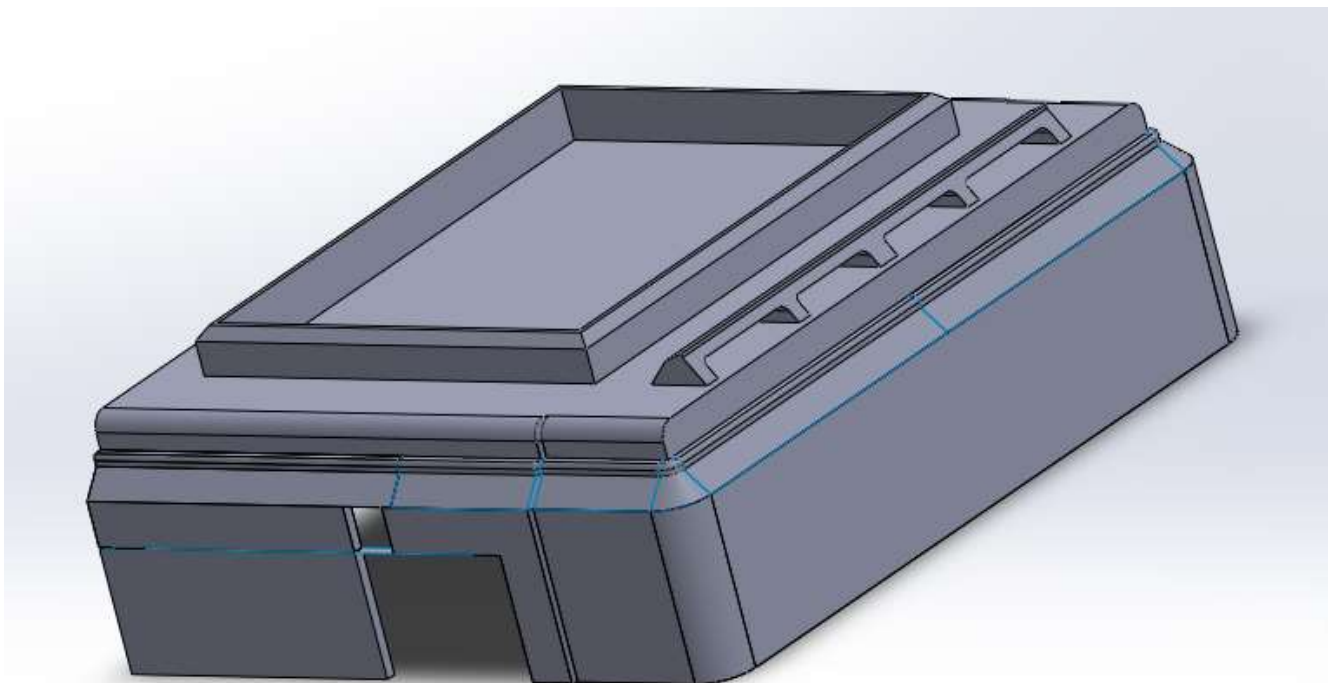


Рис 2.6а Задня частина корпусу

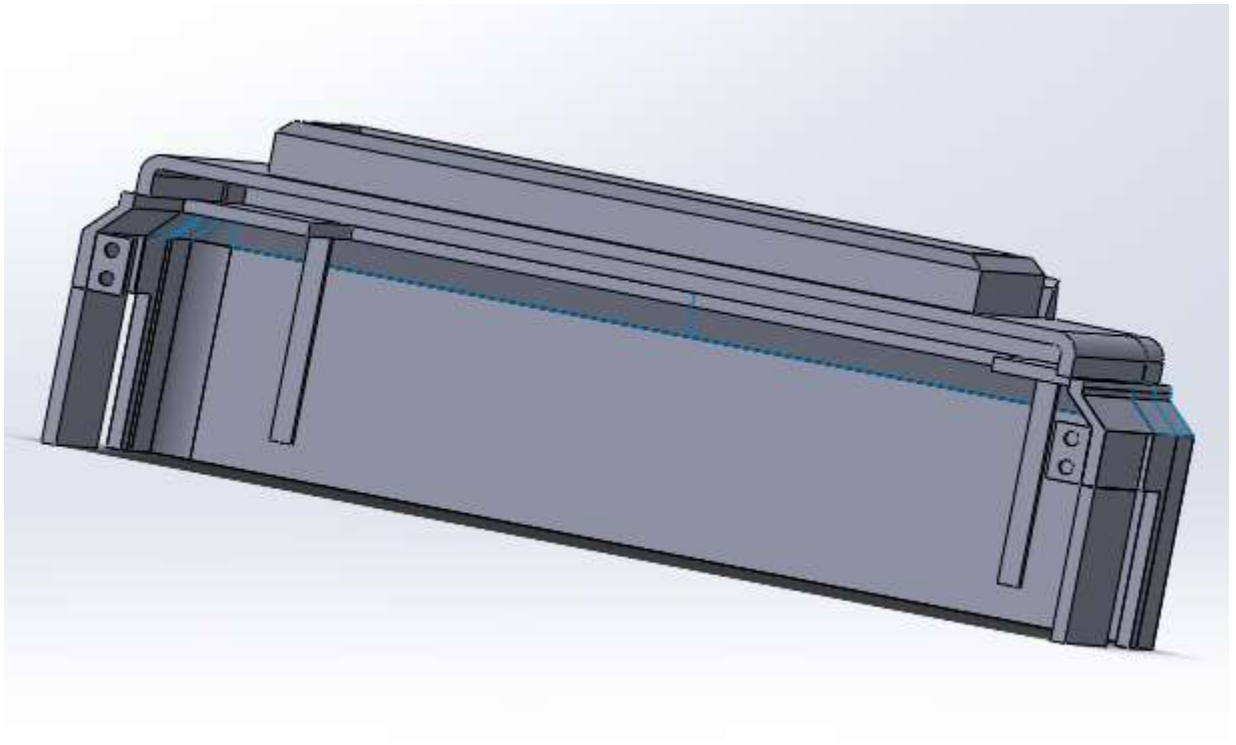


Рис 2.6б Задня частина корпусу всередині



Рис 2.7 колесо 4шт

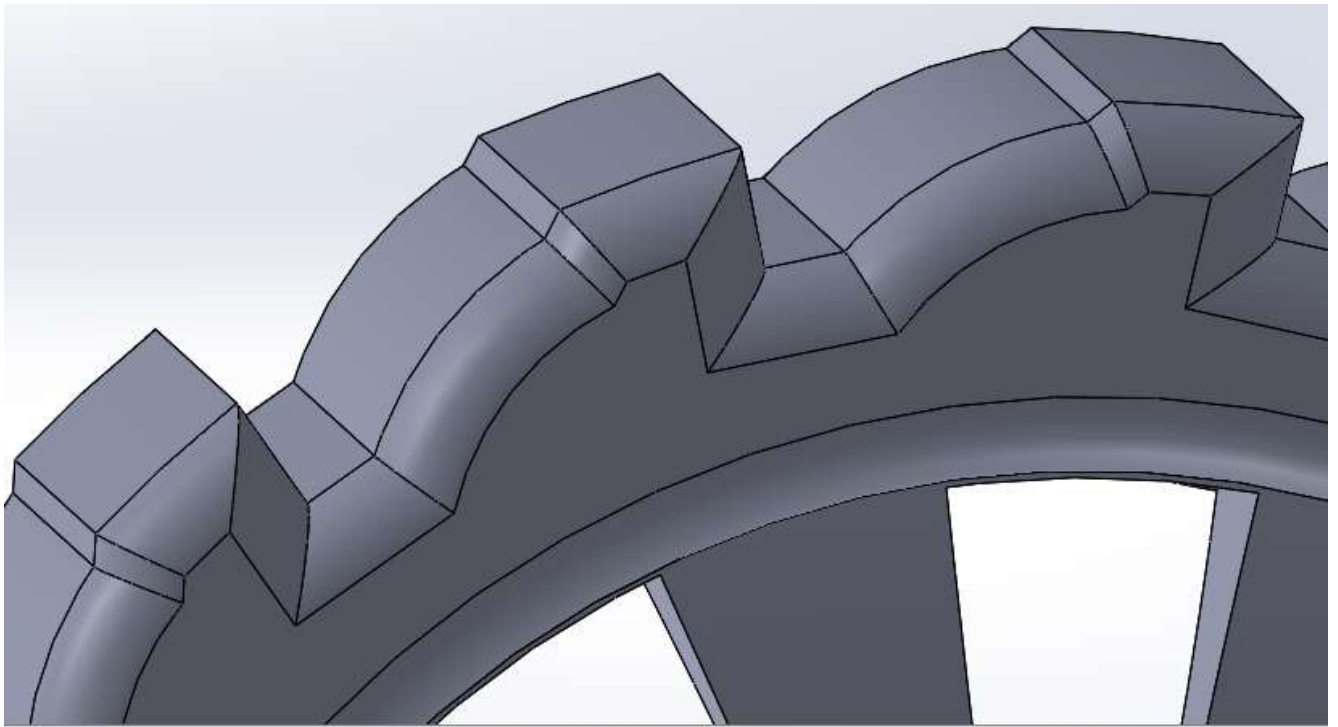


Рис 2.8 протектор колеса

2.3 Параметрична модель приводу руху у SOLIDWORKS

Кожна модель приводу руху їх є чотири має по одному мото-редуктору, який приводиться в рух керуючим приводом L298N(модель взята з Grabcad)

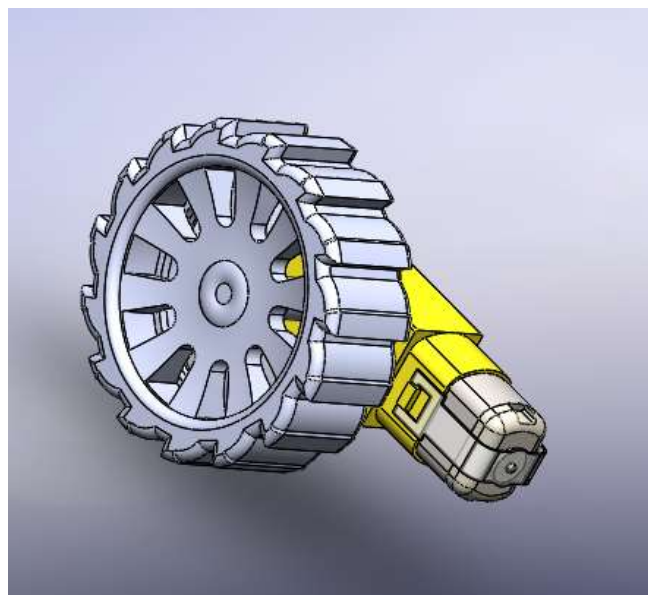


Рис 2.3.1 колесо з мото-редуктором

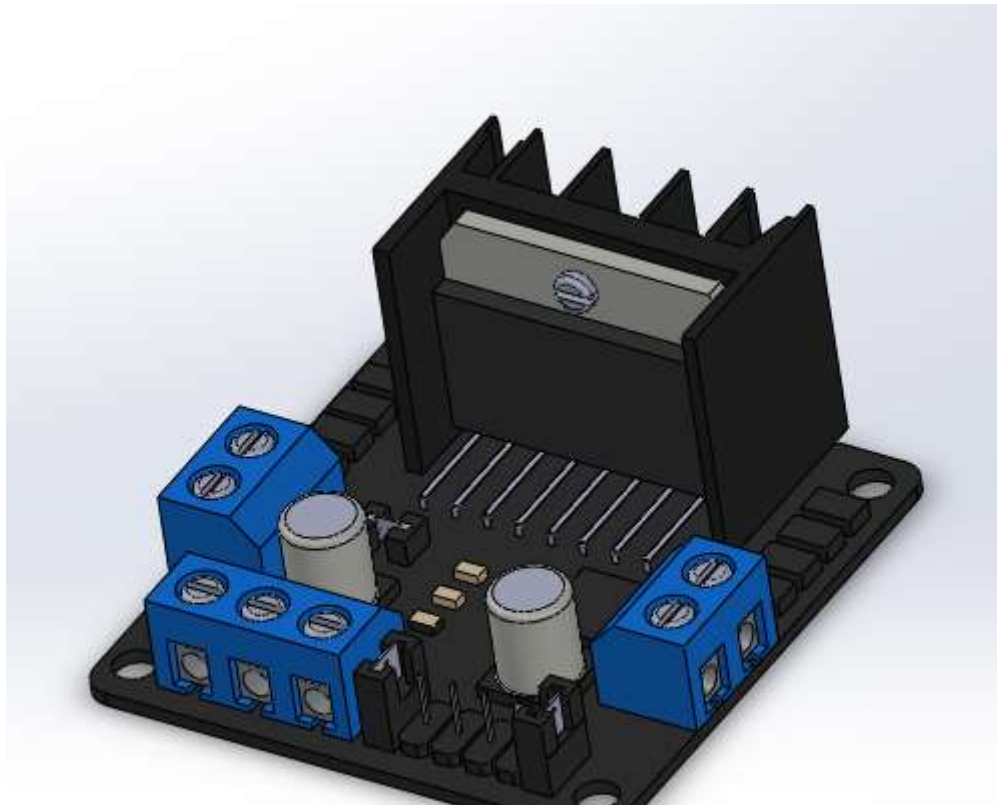


Рис 2.3.2 керуюча плата двох двигунів L298N

2.4 Деталі збірки мобільного робота

Деякі деталі збірки взяті з бібліотеки Grabcad це:

- 1-Модель на базі процесора ESP32(рис2.4.1)
- 2- Модель батарейного відсіку 4- AAA(рис2.4.2) спереди і з заді (рис2.4.3)
- 3- Модель Мото-редуктора(рис2.4.4)

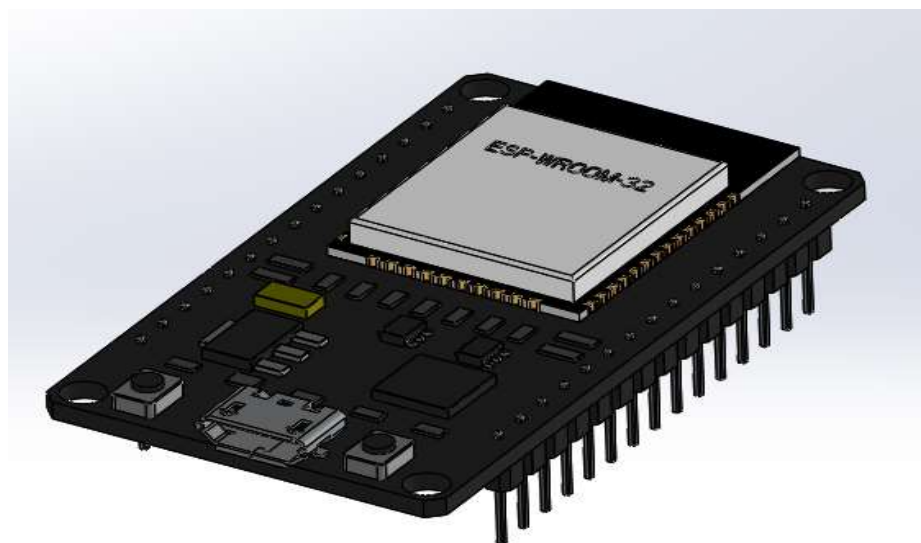


Рис2.4.1 Модель на базі процесора ESP32

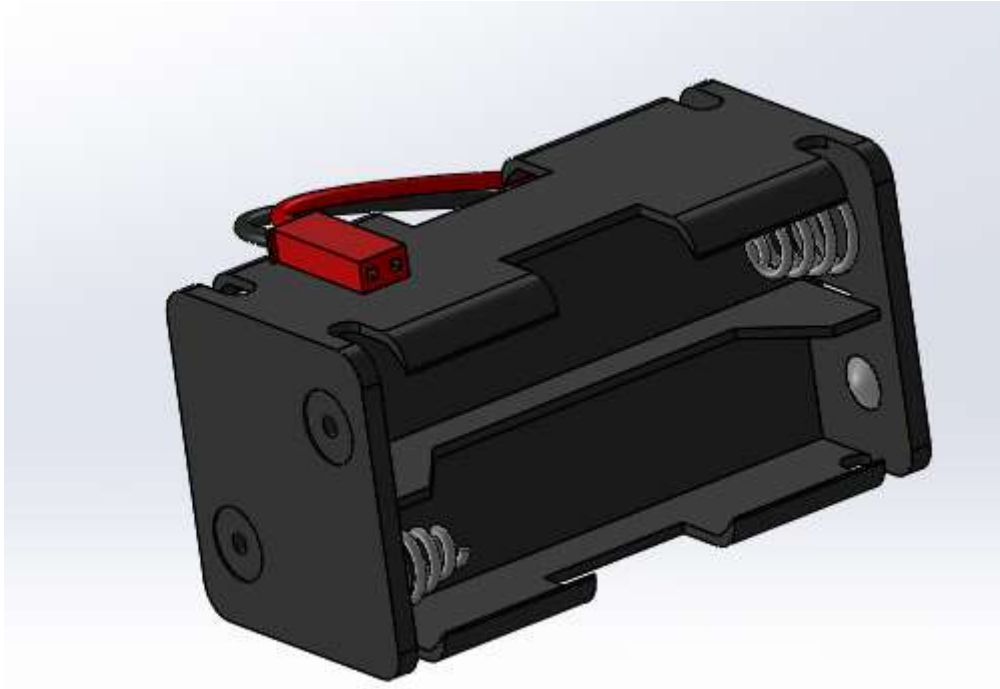


Рис 2.4.2 Модель батарейного відсіку 4- AAA спереди

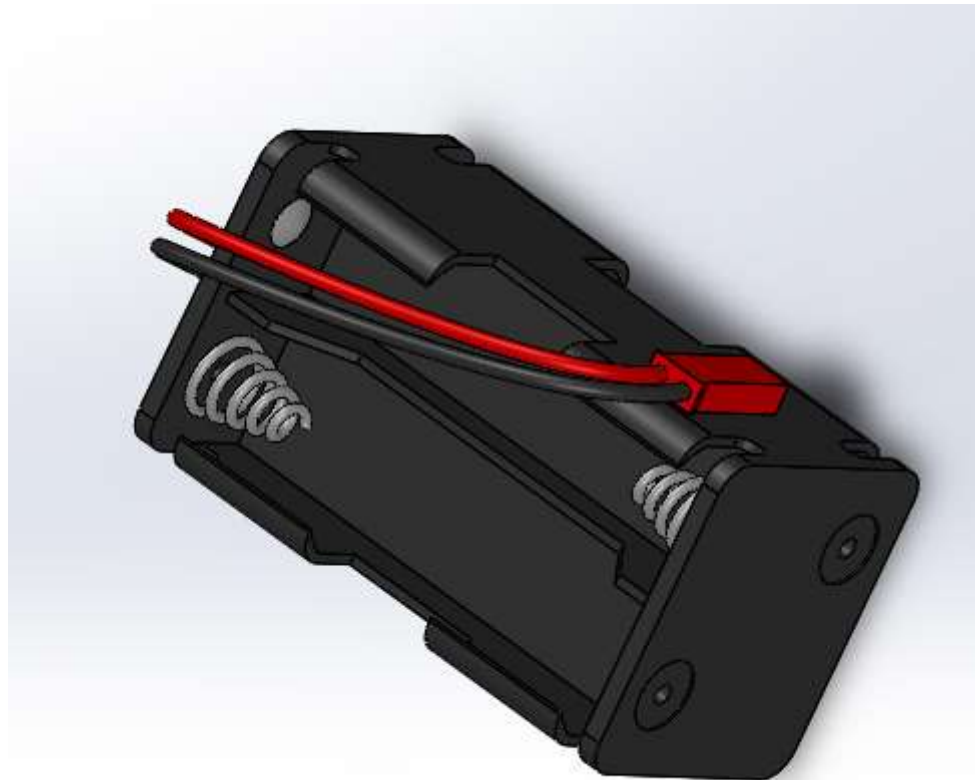


Рис 2.4.3 Модель батарейного відсіку 4- AAA з заді

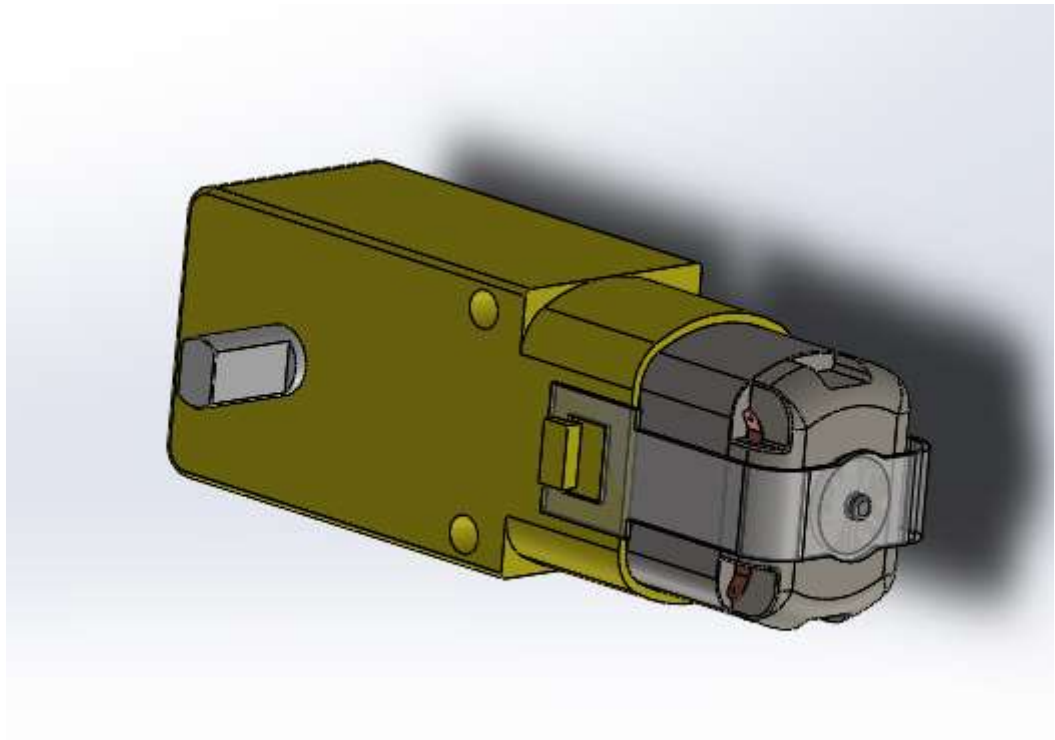


Рис 2.4.4 Модель Мото-редуктора

3 ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА ТА ПРОГРАМА КЕРУВАННЯ РОБОТОМ

3.1 Електрична схема

Для створення принципової електричної схеми та відлагодження програми для esp32 та платформи Micropython використовували онлайн платформу wokwi.com. Схема під'єднання сервоприводу та сенсору освітлення (фоторезистора) показана на рисунку. Сервопривід sg-90 під'єднується одним піном до землі, другим - до живлення і третім - до цифрового виводу, який генерує широтно-імпульсну модуляцію (PWM). Скважність PWM впливає на кут повороту сервопривода. Сенсор освітлення під'єднується одним піном до землі, другим - до живлення, а третім - до аналогового входу, який з'єднаний з аналого-цифровим перетворювачем ADC. На схемі не показано мікросхеми-драйвери двигунів постійного струму. Онлайн сервіс wokwi не має їх в базі так само як і самих двигунів.

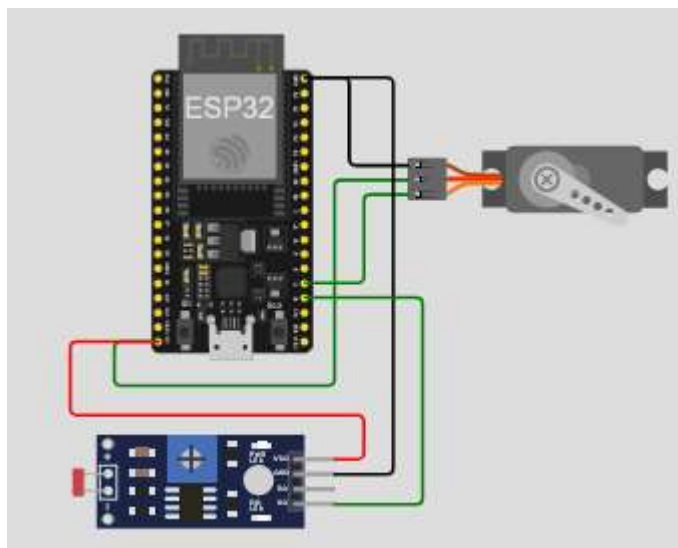


Рис 2.5 – Схема під'єднання сервопривода sg90 та фоторезистора до esp32

Але така схема показана нижче (рис.). вона побудована за допомогою САПР Протеус. Таких драйверів потрібно дві штуки. Відповідно, для керування чотирма двигунами, потрібно 8 цифрових пінів, які на цій схемі позначені іо2, іо3, іо4, іо5. Проте в схемі для esp32 вони будуть мати інші позначення. Альтернативно можна скористатись можливістю створення довільної мікросхеми в онлайн сервісі wokwi.com. Наприклад драйвер двигуна L298 був створений мовою C в проекті [Control valve L298 - Wokwi ESP32, STM32, Arduino Simulator. url: <https://wokwi.com/projects/379734885800176641>]. Його можна завантажити і використовувати в своєму проекті, проте немає моделі самого двигуна.

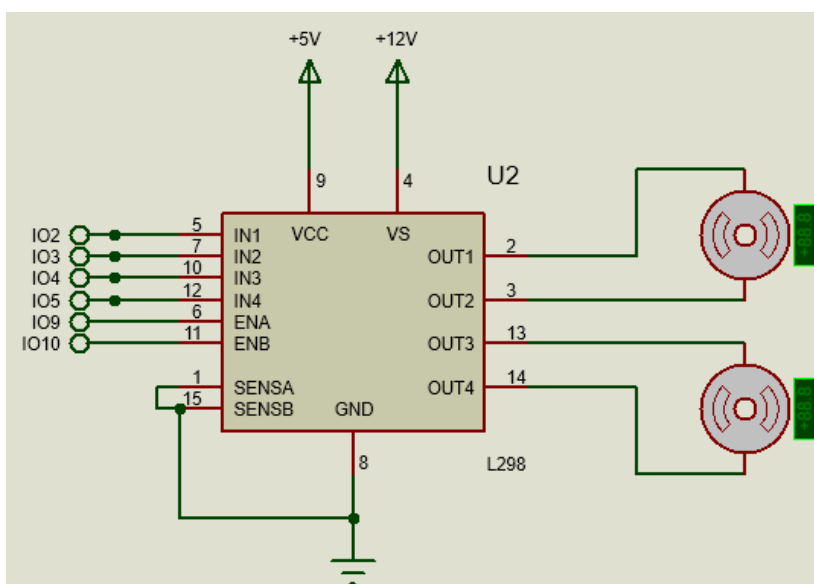


Рис 2.6 – Схема під'єднання драйвера L298 двох DC двигунів

Наступний модуль `robocarL298N.py` був розроблений для керування робокаром з чотирма двигунами постійного струму. В цьому модулі описані три класи. Клас `Motor` описує двигун постійного струму, що керується через драйвер через два цифрові піни. В класі є конструктор для створення об'єкту та функції `stop` для зупинки обертання двигуна, функція `fw` (вперед) для обертання в одну сторону та функція `bw` (назад) для обертання в протилежну сторону. Як видно для зміни напрямку обертання двигуна достатньо поміняти одиницю і нуль місцями.

Наступний клас `Car` описує робота з такими чотирма двигунами постійного струму. Його конструктор має чотири параметри - це чотири двигуни. Також в цьому класі є функція `fw` для руху вперед усіма колесами протягом часу t , який вимірюється в секундах. Після завершення руху двигуни зупиняються. Аналогічна функція `bw` для руху назад усіма колесами протягом часу t . Аналогічна функція `left` для повертання ліворуч. Для цього праві колеса обертаються вперед, а ліві назад. Аналогічна функція `right` для повертання праворуч. Для цього праві колеса обертаються назад, а ліві вперед. Функція `stop` призначена для зупинки усіх двигунів.

Наступний клас `CarSensorServo` описує робота з чотирма двигунами постійного струму, аналоговим сенсором і сервоприводом. Цей клас успадковує попередній. Тому у нього будуть усі атрибути класу `Car` і нові атрибути: `sensor` і `servo`.

3.2 Функції для керування механізмами

Розроблені Python-функції для керування механізмами на базі модуля `L298N` для двох мото-редукторів показані в наступному коді програми для `Micropython`:

```
import time
```

```
class Motor:
```

```
    def __init__(self, pin1, pin2):
```

```
"""DC двигун, що керується L298N через 2 цифрові піни"""  
self.pin1=pin1  
self.pin2=pin2  
  
def stop(self):  
    "Стоп"  
    self.pin1.value(0)  
    self.pin2.value(0)  
    time.sleep(0.01)  
  
def fw(self):  
    "Вперед"  
    self.pin1.value(1)  
    self.pin2.value(0)  
    time.sleep(0.01)  
  
def bw(self):  
    "Назад"  
    self.pin1.value(0)  
    self.pin2.value(1)  
    time.sleep(0.01)  
  
class Car:  
    def __init__(self, motorFL, motorFR, motorBL, motorBR):  
        """Робочар з 4 DC двигунами"""  
        self.motorFL=motorFL  
        self.motorFR=motorFR  
        self.motorBL=motorBL  
        self.motorBR=motorBR
```

```
def fw(self, t):  
    "Вперед усіма колесами на час t, с"  
    self.motorFL.fw()  
    self.motorFR.fw()  
    self.motorBL.fw()  
    self.motorBR.fw()  
    time.sleep(t)  
    self.stop()
```

```
def bw(self, t):  
    """"Назад усіма колесами на час t, с""""  
    self.motorFL.bw()  
    self.motorFR.bw()  
    self.motorBL.bw()  
    self.motorBR.bw()  
    time.sleep(t)  
    self.stop()
```

```
def left(self, t):  
    """"Ліворуч на час t, с""""  
    self.motorFL.bw()  
    self.motorFR.fw()  
    self.motorBL.bw()  
    self.motorBR.fw()  
    time.sleep(t)  
    self.stop()
```

```
def right(self, t):  
    """"Праворуч на час t, с""""  
    self.motorFL.fw()
```

```
self.motorFR.bw()  
self.motorBL.fw()  
self.motorBR.bw()  
time.sleep(t)  
self.stop()
```

```
def stop(self):  
    """Стоп усіма колесами"""  
    self.motorFL.stop()  
    self.motorFR.stop()  
    self.motorBL.stop()  
    self.motorBR.stop()
```

```
class CarSensorServo(Car):
```

```
    def __init__(self, motorFL, motorFR, motorBL, motorBR, sensor, servo):  
        """Робокар з 4 DC двигунами, аналоговим сенсором і сервоприводом"""  
        Car.__init__(self, motorFL, motorFR, motorBL, motorBR)  
        self.sensor=sensor  
        self.servo=servo
```

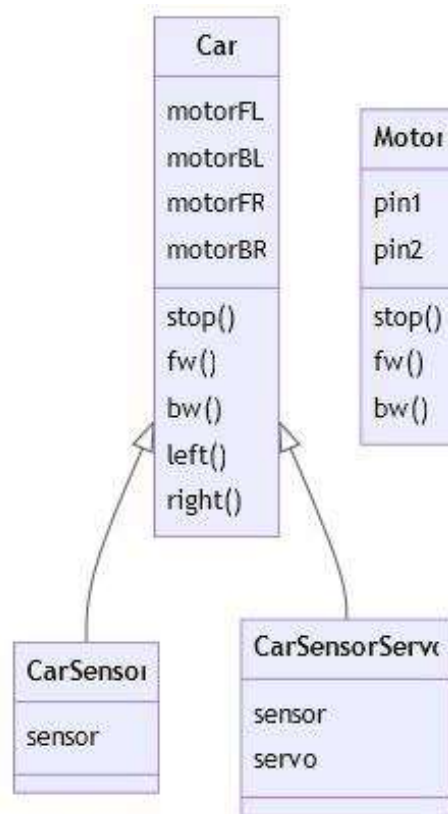


Рис 2.7 Діаграма класів коду

Головний модуль `main.py` запускається першим. У ньому імпортується необхідні модулі для роботи з пінами, аналого-цифровим перетворювачем ADC, широтного імпульсною модуляцією PWM, затримками часу, генерацією випадкових чисел та сам модуль для роботи з робокаром. Далі створюється об'єкти цифрових пінів для керування сервоприводом та двигунами постійного струму, а також об'єкт аналогового сенсора фоторезистора. Після цього створюється чотири об'єкти для керування двигунами і нарешті - об'єкт для керування робокаром, який додатково містить сервопривід і сенсор. В головному циклі програми зчитується значення сенсора, виводиться на екран, якщо ці значення відповідають високим значенням освітлення то рухаємо сервопривід повертаючи його на певний кут. Після цього усі двигуни робокара зупиняються. В іншому випадку робот буде рухатись у випадковому напрямку (вперед, ліворуч, праворуч або назад) протягом однієї секунди. Ці команди щоразу повторюються з затримкою на одну секунду. Звичайно, що це базовий приклад і його можна удосконалити. Файл опису діаграми для `wokwi.com` наведено останнім

Продовження коду

Головний модуль main.py

```
from machine import Pin, PWM, ADC
import time, random
from robocarL298N import *

# цифровий пін для керування сервоприводом
pin2 = Pin(2)
# ініціалізація PWM для керування сервоприводом
servo = PWM(pin2, freq=50)

# аналоговий сенсор (фоторезистор)
sensor = ADC(Pin(15))
sensor.atten(ADC.ATTN_11DB)

pin12 = Pin(12) # піни керування DC двигуном 1
pin14 = Pin(14)
pin26 = Pin(26) # ...2
pin27 = Pin(27)
pin25 = Pin(25) # ...3
pin33 = Pin(33)
pin32 = Pin(32) # ...4
pin35 = Pin(35)
# DC двигуни
motorFL=Motor(pin12,pin14)
motorFR=Motor(pin26,pin27)
motorBL=Motor(pin25,pin33)
motorBR=Motor(pin32,pin35)
# робокар
car=CarSensorServo(motorFL, motorFR, motorBL, motorBR, sensor, servo)
```

```

# ГОЛОВНИЙ ЦИКЛ
while True:
    x=car.sensor.read() # значення сенсора
    print(x)
    if x<2000: # якщо високе значення освітлення
        # рухати сервопривід
        servo.duty(90) #24-124 # 0-180 deg
        time.sleep(0.01)
        car.stop() # зупинити робота
    else:
        # інакше їхати в випадковому напрямку
        f=random.choice(['fw','left','right','bw'])
        exec("car."+f+"(1)")
    time.sleep(1) # затримка на 1 с.

```

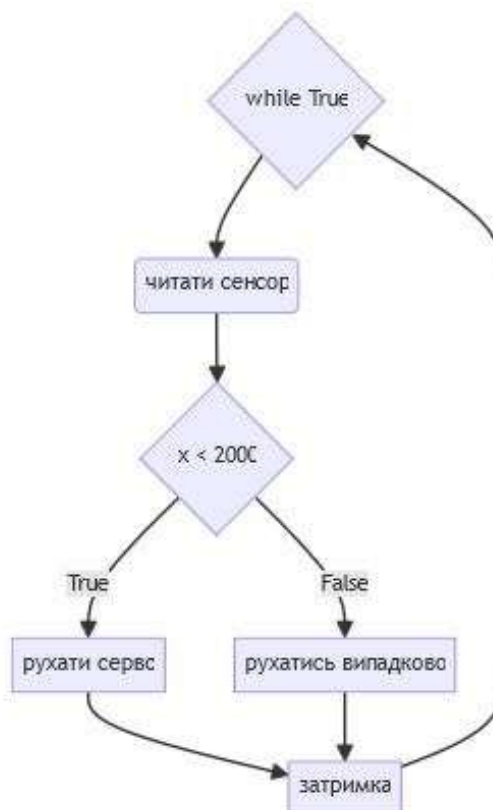


Рис2.8 Алгоритм головного модуля керування

Файл опису діаграми для wokwi.com

```

{
  "version": 1,
  "author": "Anonymous maker",
  "editor": "wokwi",
  "parts": [
    {
      "type": "board-esp32-devkit-c-v4",
      "id": "esp",
      "top": -38.4,
      "left": -4.76,
      "attrs": { "env": "micropython-20231227-v1.22.0" }
    },
    { "type": "wokwi-servo", "id": "servo1", "top": -2, "left": 163.2, "attrs": {} },
    { "type": "wokwi-photoresistor-sensor", "id": "ldr1", "top": 224, "left": -56.8, "attrs":
  {} }
  ],
  "connections": [
    [ "esp:TX", "$serialMonitor:RX", "", [] ],
    [ "esp:RX", "$serialMonitor:TX", "", [] ],
    [ "servo1:GND", "esp:GND.2", "black", [ "h-38.4", "v-57.6" ] ],
    [ "servo1:PWM", "esp:2", "green", [ "h-28.8", "v57.8" ] ],
    [ "servo1:V+", "esp:5V", "green", [ "h-48", "v134.5", "h-144", "v-28.8" ] ],
    [ "ldr1:VCC", "esp:5V", "red", [ "h19.2", "v-28.8", "h-192", "v-48" ] ],
    [ "ldr1:GND", "esp:GND.2", "black", [ "h38.4", "v-10" ] ],
    [ "ldr1:AO", "esp:15", "green", [ "h57.6", "v-135.1" ] ]
  ],
  "dependencies": {}
}

```

ВИСНОВКИ

1. Проаналізувавши колісних мобільних роботів, дійшов висновку що вони все ще не досконалі та потребують ретельної та подальшої модернізації та доробок, які в майбутньому допоможуть стати їм значно кращими.

2. Розроблено конструкцію мобільного робота на мікропроцесорі ESP32, рух та керування мото-редукторами здійснюється за допомогою керуючої плати L298N. Робот друкується на 3D принтері та всі частини корпусу теж, колеса розроблені для кращого подолання перешкод та можливості безперешкодно давати задній хід

3. Параметричну модель робота та складальні креслення розроблено за допомогою САПР SOLIDWORKS. Модель дозволяє просту зміну параметрів і удосконалення конструкції.

4. Розроблено принципову електричну схему на основі недорогого мікроконтролера ESP32. Створено функції керуючої програми для середовища Micro Python та виконано їх відлагодження за допомогою сервісу wokwi.com.

5. На основі розробленої конструкції планується подальша її модернізація та удосконалення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пронюк І. В., Копей В. Б. Мобільний робот-маніпулятор з функцією ідентифікації об'єктів на основі алгоритмів машинного навчання // Нові та нетрадиційні технології в ресурсо- та енергозбереженні: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, 6-7 грудня 2023 р., м. Одеса. Одеса : НУ «Одеська політехніка», 2023.

2. Копей В. Б., Корбеляк Р. В., Пронюк І. В. Оптимізація конструкції мобільного робота за допомогою еволюційних алгоритмів // Нові та нетрадиційні технології в ресурсо- та енергозбереженні: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, 6-7 грудня 2023 р., м. Одеса. Одеса : НУ «Одеська політехніка», 2023.

3. Промислова та мобільна робототехніка URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/6.-promyslova-ta-mobilna-robototehnika.pdf> (дата доступу 20.06.2024)

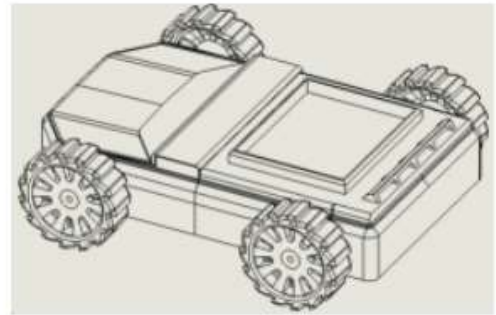
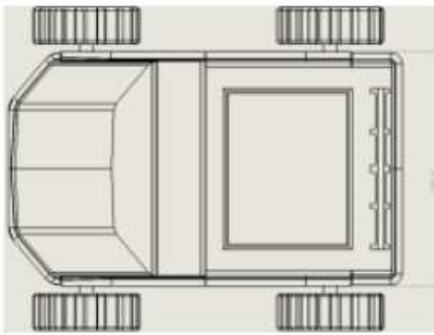
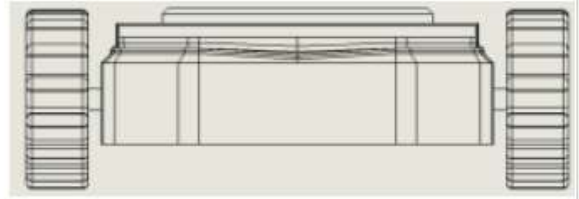
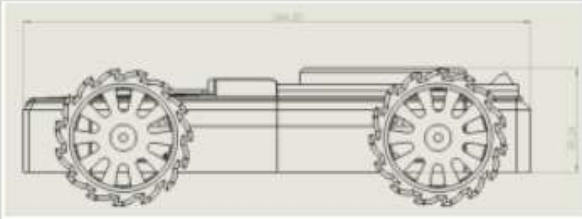
4. модель процесора ESP32 взята <https://grabcad.com/library/esp-32-1>

5. Модель мото-редуктора <https://grabcad.com/library/dc-motor-gearbox-tt-motor-1>

6. Модель приводу керування двома двигунами <https://grabcad.com/library/l298n-driver-1>

7. Simulate IoT Projects in Your Browser. URL: wokwi.com

ДОДАТКИ



		БПТМ-55 0100000			
Исполн.	М.П.	Исполн.	М.П.	Исполн.	М.П.
Провер.	М.П.	Провер.	М.П.	Провер.	М.П.
Дизайн	М.П.	Дизайн	М.П.	Дизайн	М.П.
Констр.	М.П.	Констр.	М.П.	Констр.	М.П.
Тех. эк.	М.П.	Тех. эк.	М.П.	Тех. эк.	М.П.
Специальн.	М.П.	Специальн.	М.П.	Специальн.	М.П.
Согласован	М.П.	Согласован	М.П.	Согласован	М.П.
		Таблица 1		1/1	
		ЗЫСОН ДОБРА			
		Б.П.Т.М.			
		Т.П.С.			

БР.ПМ-55.01.00.000

*Кресленик
збірки робота*

Лит.

Масса

Масштаб

1:1

Лист

Листов

1

*ІФНТУНГ
ПМ-20-1*

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
<i>Разрад.</i>		<i>Кабан А.В.</i>		
<i>Пров.</i>		<i>Копей В.Б.</i>		
<i>Т.контр.</i>		<i>Копей В.Б.</i>		
<i>Н.контр.</i>		<i>Копей В.Б.</i>		
<i>Утв.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>		

Копировав

Формат А1

БР.ПМ-55.02.00.000

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кабан А.В.		
Пров.		Колей В.Б.		
Т.контр.		Колей В.Б.		
Н.контр.		Колей В.Б.		
Утв.		Панчук В.Г.		

Програмний код для керування роботом

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

ІФНТУНГ
ПМ-20-1

Копировал

Формат А1

БР.ПМ-55.03.00.000

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кабан А.В.		
Пров.		Копей В.Б.		
Т.контр.		Копей В.Б.		
Н.контр.		Копей В.Б.		
Утв.		Панчук В.Г.		

Деталі робота

Лист.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1
ІФНТУНГ		
ПМ-20-1		

Копировал

Формат А1

БР.ПМ-55.04.00.000

Вигляд збірки робота
в 3D

Лист. Масса Масштаб

1:1

Лист Листов 1

ІФНТУНГ
ПМ-20-1

Копировав

Формат А1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кабан А.В.		
Пров.		Копей В.Б.		
Т.контр.		Копей В.Б.		
Н.контр.		Копей В.Б.		
Утв.		Панчук В.Г.		